

01153

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO TERMINAL

**"ALTERNATIVAS PARA DISMINUIR LOS
PROBLEMAS QUE SE GENERAN DEBIDO A LAS
FALLAS DE LAS BOMBAS DE LODO EN LA
OPERACIÓN DE PERFORACIÓN"**

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE
PERFORACIÓN DE POZOS PETROLEROS

PRESENTA:

ONÉSIMO HERNÁNDEZ GIL

DIRECTOR DE PROYECTO :
M. EN I. JESÚS MARTÍN VALENZUELA CÁZARES

FEBRERO DE 2005

m343539



Hernandez Gil, Onesimo 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

PÁGINAS

OBJETIVO	5
INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO 1. ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL	6
1.1 PLANEACION HIDRÁULICA	6
CAPITULO 2. CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS ACTUALES Y EQUIPO	
ELIMINADOR DE SÓLIDOS.....	11
2.1. BOMBA TRIPLEX	13
2.1.1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELECTRICA	15
2.1.2. SISTEMA DE TRANSMISIÓN	15
2.1.3. POTENCIA MECANICA	16
2.1.4. EXTREMO HIDRÁULICO.	16
2.1.5. AMORTIGUADOR DE PULSACIONES	20
2.2. EQUIPO ELIMINADOR DE SÓLIDOS	20
2.2.1. TEMBLORINA O CRIBA VIBRADORA	22
2.2.2.DESARENADOR	23
CAPITULO 3. ANÁLISIS DE FALLAS DE LAS BOMBAS DE LODO	
Y EFECTOS EN LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN	31



3.1.	ANALISIS DE LAS FALLAS DE LAS BOMBAS DE LODO DEL POZO NARANJA-1	34
3.2.	CONSECUENCIA EN LOS COMPONENTES HIDRAULICOS POR LODO CONTAMINADO Y OTROS MATERIALES	40

CAPITULO 4.	TIPOS DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MISMOS.	51
4.1.	FLUIDOS BASE AGUA	53
4.1.1.	ESPUMAS	53
4.1.2.	SALMUERAS	54
4.1.3.	FLUIDO BENTONITICO	54
4.1.4.	FLUIDO BENTONITICO POLIMERICO	54
4.1.5.	FLUIDO DISPERSO NO INHIBIDO	54
4.2.	FLUIDOS BASE ACEITE	55
4.2.1.	FLUIDOS DE EMULSION DIRECTA	55

CAPITULO 5.	SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR TIEMPOS EN LA PERFORACIÓN DE POZOS POR FALTA DE BOMBEO DE FLUIDO DE CONTROL.	57
5.1.	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.	58
5.2.	PROBLEMAS DE LAS BOMBAS Y RECOMENDACIONES PARA MINIMIZAR LOS TIEMPOS DE ESPERA.	59

5.2.1. CONTROL EN LA CALIDAD DE LA LIMPIEZA DE LOS FLUIDOS DE CONTROL DURANTE LA ETAPA DE PERFORACIÓN.	59
5.2.2. USO INADECUADO POR PARTE DEL PERSONAL OPERATIVO.	59
5.2.3. SELECCIÓN INADECUADA DE BOMBAS PARA EL PROGRAMA DEL POZO.	59
5.2.4. FALTA DE LIBRANZA DE LAS BOMBAS PARA SU MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	60
5.2.5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LAS BOMBAS DE LODO ANTES DE INICIAR DE UN POZO.	60
5.2.6. PRACTICA INADECUADA PARA EL CAMBIO DE LOS COMPONENTES HIDRÁULICOS.	60
5.2.7. LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.	61
5.2.8. MALA CALIDAD DEL MATERIAL PROPORCIONADO POR LAS COMPAÑIAS PRESTADORAS DE SERVICIO.	62
5.2.9. LIMPIEZA DE LOS FILTROS DE LAS SUCCIONES.	62
5.2.10. MALA EFICIENCIA VOLUMÉTRICA DE LAS BOMBAS	62
5.3. NUEVAS BOMBAS MANEJADORAS DE LODO.	63
5.3.1. PESO.	64

5.3.2. TAMAÑO.	65
5.3.3. PISTONES.	66
5.3.4. VENTAJAS.	68
BIBLIOGRAFÍA.	69
REFERENCIAS.	69

OBJETIVO : El objetivo de este trabajo es encontrar las soluciones para minimizar las suspensiones de los pozos que se perforan por falla de las bombas de lodo.

INTRODUCCIÓN: En la actualidad uno de los problemas que se presenta en la perforación de un pozo, es la discontinuidad en el bombeo del fluido de control(lodo), debido a los problemas que ocasionan las fallas de las bombas en los extremos hidráulicos de las mismas, generándose con esto atraso en las diferentes etapas de perforación, es por ello que se requiere la imperiosa necesidad de eficientar un equipo de bombeo(bombas) que cumpla con las necesidades de presión y gasto que se requiere y con ello lograr las metas programadas o los programas de diseño para perforar un pozo en un tiempo programado. Claro esta además para cumplir con los programas de diseño se requiere también otra variable que juega otro papel muy preponderante la cual es los fluidos de control el cual no puede realizar su función si este no tiene muy buena circulación y para que tenga excelente circulación debe de tener una excelente calidad de limpieza de acuerdo a su densidad y tipo de fluido que sea, ya sea de lodo base agua o lodo de emulsión inversa.

Para la UPMP es indispensable y urgente que todos los integrantes de sus procesos productivos sustanciales se enfoquen a los objetivos de productividad y eficiencia en en esos procesos.

Para los especialistas en actividades de apoyo a través de estas especialidades se logra adquirir los elementos y conocimientos necesarios para maximizar el aprovechamiento de desarrollo de cada ingeniero y ayudar a eficientar estos procesos

OBJETIVO : El objetivo de este trabajo es encontrar las soluciones para minimizar las suspensiones de los pozos que se perforan por falla de las bombas de lodo.

INTRODUCCIÓN: En la actualidad uno de los problemas que se presenta en la perforación de un pozo, es la discontinuidad en el bombeo del fluido de control(lodo), debido a los problemas que ocasionan las fallas de las bombas en los extremos hidráulicos de las mismas, generándose con esto atraso en las diferentes etapas de perforación, es por ello que se requiere la imperiosa necesidad de eficientar un equipo de bombeo(bombas) que cumpla con las necesidades de presión y gasto que se requiere y con ello lograr las metas programadas o los programas de diseño para perforar un pozo en un tiempo programado. Claro esta además para cumplir con los programas de diseño se requiere también otra variable que juega otro papel muy preponderante la cual es los fluidos de control el cual no puede realizar su función si este no tiene muy buena circulación y para que tenga excelente circulación debe de tener una excelente calidad de limpieza de acuerdo a su densidad y tipo de fluido que sea, ya sea de lodo base agua o lodo de emulsión inversa.

Para la UPMP es indispensable y urgente que todos los integrantes de sus procesos productivos sustanciales se enfoquen a los objetivos de productividad y eficiencia en en esos procesos.

Para los especialistas en actividades de apoyo a través de estas especialidades se logra adquirir los elementos y conocimientos necesarios para maximizar el aprovechamiento de desarrollo de cada ingeniero y ayudar a eficientar estos procesos

CAPITULO 1

ANTECEDENTES DE LA PROBLEMATICA ACTUAL

CAPITULO 1: ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

Como sabemos los pozos de la región sur, en especial los pozos del campo Puerto Ceiba, su objetivo de producción está por arriba de los 6000 mts, direccionales, para ello es de suma importancia cumplir con los compromisos acordados ante los activos; y para lograrlo es de suma importancia contar con un excelente sistema de bombeo, sistema circulatorio, fluido de control y una excelente planeación de la hidráulica que nos auxilien a cumplir con los objetivos.

1.1. PLANEACION DE LA HIDRÁULICA

En la planeación de la hidráulica se debe conocer al menos los siguientes parámetros :

- a).-Estado mecánico del pozo
- b).-Información de las etapas anterior y actual
- c).-Diámetro y características de la barrena

El diseño tradicional del programa hidráulico se basa en la optimización de la limpieza del agujero en el fondo .y para obtener una buena optimización hidráulica debemos de contar con unas bombas que nos proporcionen una excelente eficiencia hidráulica, en la planeación de la hidráulica se deben considerar las siguientes variables:

- a).-Gasto máximo de flujo
- b).-Gasto mínimo de flujo
- c).-Caídas de presión por fricción en el sistema
- e).-Limpieza del pozo

Nuestras bombas triplex de acción simple operan normalmente a una eficiencia del 95% pudiendo incrementar dicha eficiencia a un máximo de 98% si se usan siempre bombas centrífugas supercargadoras o alimentadoras, pero puede reducirse a un porcentaje menor del 5% si no esta en buenas condiciones

La eficiencia volumétrica de una bomba no es una constante. Si los componentes hidráulicos están en mal estado es posible que dicha bomba este operando con una eficiencia volumétrica menor de 90%, la eficiencia puede ser afectada también por los siguientes parámetros.

a).-Presión de descarga. Las altas presiones de descarga ocasionan fugas y comprimen al fluido.

b).-Altas velocidades de operación. Las altas velocidades en los pistones, combinadas con un mal diseño en las líneas de succión ocasionan golpeteos cuando el fluido no es capaz de entrar al cilindro lo suficientemente rápido para llenarlo totalmente y ese golpeteo ocasionara un desgaste mecánico prematuro.

c).-Desgaste de los componentes hidráulicos. El desgaste por fricción en los pistones, camisas y empaques ocasionan un decremento súbdito en la eficiencia de la bomba

d).-Lodo con sólidos. La eficiencia de las líneas de succión puede reducirse considerablemente si existe acumulación de sólidos en las mismas; las líneas de succión deben ser tan grandes, cortas y rectas como sea posible otras causas para que la eficiencia volumétrica descienda podrán ser las fugas en válvulas y asientos.

En evaluar la eficiencia volumétrica de una bomba es algo complejo debido al numero de numero de factores que intervienen y por lo mismo es causa de frecuentes errores en el calculo de la hidráulica de un pozo

Después de analizar las suspensiones de la operación de la perforación en los pozos de la región sur durante la primera y segunda etapa de la perforación que comprende barrena de 26" y 17 1/2" , suspensiones ocasionadas principalmente por el equipo eliminador de sólidos y por consiguiente, provocando las fallas de las bombas se encontró una serie de anomalías que bien pueden ser corregidas entre todos los que estamos involucrados en la perforación, estas anomalías son :

1.- Líneas de flote con quiebres severos hacia los vibradores; es decir una geometría irregular en su construcción cuando lo ideal sería de que esta línea tuviera una tendencia recta.

2.- Líneas de flote con diámetros reducidos así como los coples de expansión de los mismos, generándose una obstrucción de la misma.

3.- Deficiente pendiente de la misma línea.

4.- Deficiente desempeño del sistema de vibradores primarios con respecto al gasto requerido de las bombas de lodo y en algunos equipos ni siquiera se

instalan pues debido a que en estas dos primeras etapas lo que se requiere es volumen de fluido por el tamaño del agujero y no presión hidráulica.

5.- Deficiente arreglo del sistema de distribución de flujo por el sistema vibratorio.

6.- Casi siempre los fluidos que llegan al pozo son descargados directamente en las presas de trabajo sin pasar por los sistemas vibradores, asumiendo

siempre la responsabilidad sin saber el porcentaje de sólidos que puede traer el fluido por la contaminación de los autotanques.

7.- No se tiene un programa de arreglo de mallas y no existe un programa de cambio de mallas en los sistemas vibratorios.

8.- Poco involucramiento del personal de la compañía de fluidos con el personal del equipo eliminador de sólidos, y por consiguiente, el resultado es un fluido con alto porcentaje de sólidos que trae como consecuencia el continuo fallo en el extremo hidráulico de las bombas de lodo.

Todo lo anterior trae como consecuencia un deficiente rendimiento del equipo eliminador de sólidos. Actualmente, el servicio del equipo de control de sólidos es subcontratado por las compañías de fluidos de control, por lo que PEP no realiza acuerdos directos con los representantes de dicho servicio y se observó que la compañía de fluidos no se involucra o no interactúa con ésta durante su desarrollo, de tal manera que el servicio prestado por la compañía de sólidos prácticamente realiza sus trabajos a su criterio y con poca información para determinar el mejor arreglo del sistema de control de sólidos en cada pozo específico.

C A P I T U L O 2

CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LAS BOMBAS DE LODO Y EL EQUIPO ELIMINADOR DE SÓLIDOS

CAPITULO 2 : CARACTERÍSTICAS ACTUALES DE LAS BOMBAS DE LODO Y EL EQUIPO ELIMINADOR DE SÓLIDOS

Alguna vez la principal peculiaridad superficial de un sistema de circulación de lodo de un equipo de perforación era solamente una presa cavada en el suelo adyacente al pozo. Es tan grande la variedad de dispositivos mecánicos de control de lodos que se pueden encontrar en los equipos actuales entre la línea de descarga de la bomba de lodo y el tubo vertical que solo se puede dar una descripción general de ellos. Generalmente, el "chango" es responsable de la operación correcta y del mantenimiento del equipo.

Los componentes principales de un sistema de circulación de fluido para perforación rotatoria son: la bomba, manguera y unión giratoria, sarta de perforación, línea de retorno de lodo y presas. El equipo acondicionador de lodo incluye los separadores de recorte o colador, los agitadores de lodo, desarenadores, eliminadores de sólidos, centrífugas de lodo, separadores de lodo-gas, desgasificadores, instalaciones para manejo de lodo seco, equipo de suministro de agua y equipo de almacenamiento para aceite que se use en el lodo. El equipo accesorio incluye el tubo vertical (stand pipe), tanque de productos químicos (reactivos) tolva mezcladora, almacenamiento de lodo e instrumentación de presas de lodo.

La bomba de lodo es el componente principal de cualquier sistema de circulación de fluido. Casi todas las bombas de lodo actualmente están movidas por máquinas diesel o de gas o con motores eléctricos. Las bombas de lodo para perforación rotatoria tienen capacidades hasta de 1,750 caballos de fuerza (HP) de entrada. Son capaces de mover grandes volúmenes de fluido a presiones tan altas como de 5,000 libras por pulgada cuadrada (psi), dependiendo del tamaño de los pistones y de la capacidad de fuerza de la bomba.

Las bombas de lodo para perforación generalmente, son las bombas triplex de acción sencilla se han vuelto populares y únicas en los últimos años y se pueden conseguir en tamaños desde 350 hasta 2,200 hp.

2.1.- BOMBA TRIPLEX

Es el nombre genérico con el que se denomina a cualquier tipo de bomba que tenga tres pistones. El propósito de cualquier bomba es convertir energía mecánica (proporcionada por motores, máquinas, turbinas y otros generadores de energía) en energía de fluido tan eficientemente como sea posible. El conjunto de la bomba, por un lado, tiene que ser liviano, compacto, simple y fácil de mantener y, por otro lado, proporcionar la eficiencia y potencia requeridas.

Son llamadas también Bombas de Potencia, las cuales mantienen una velocidad constante de acuerdo al régimen de presión que se requiere para alcanzar una alta eficiencia. La alta eficiencia inherente de estas bombas es independiente de la presión y la capacidad, por ello, las bombas de potencia o triplex es de gran utilidad, en donde se requieren alta presión. En algunas aplicaciones la entrega constante del fluido con presión variable es una de sus grandes ventajas ya que en este momento actúa como un dispositivo dosificador. Todas estas bombas tienen la particularidad de cambiar con facilidad el diámetro del pistón de acuerdo a la necesidad del servicio, ya sea que se requiere mayor presión del fluido o mayor volumen de éste(gasto).

La figura 2.1 muestra un arreglo de instalación de las bombas de lodo en algunos equipos de perforación de la zona sur, en especial en los equipos de perforación del área Puerto Ceiba, ubicados en el municipio de Paraíso Tabasco a una distancia aproximada de entre 200 y 400 metros de la costa del Golfo de México.

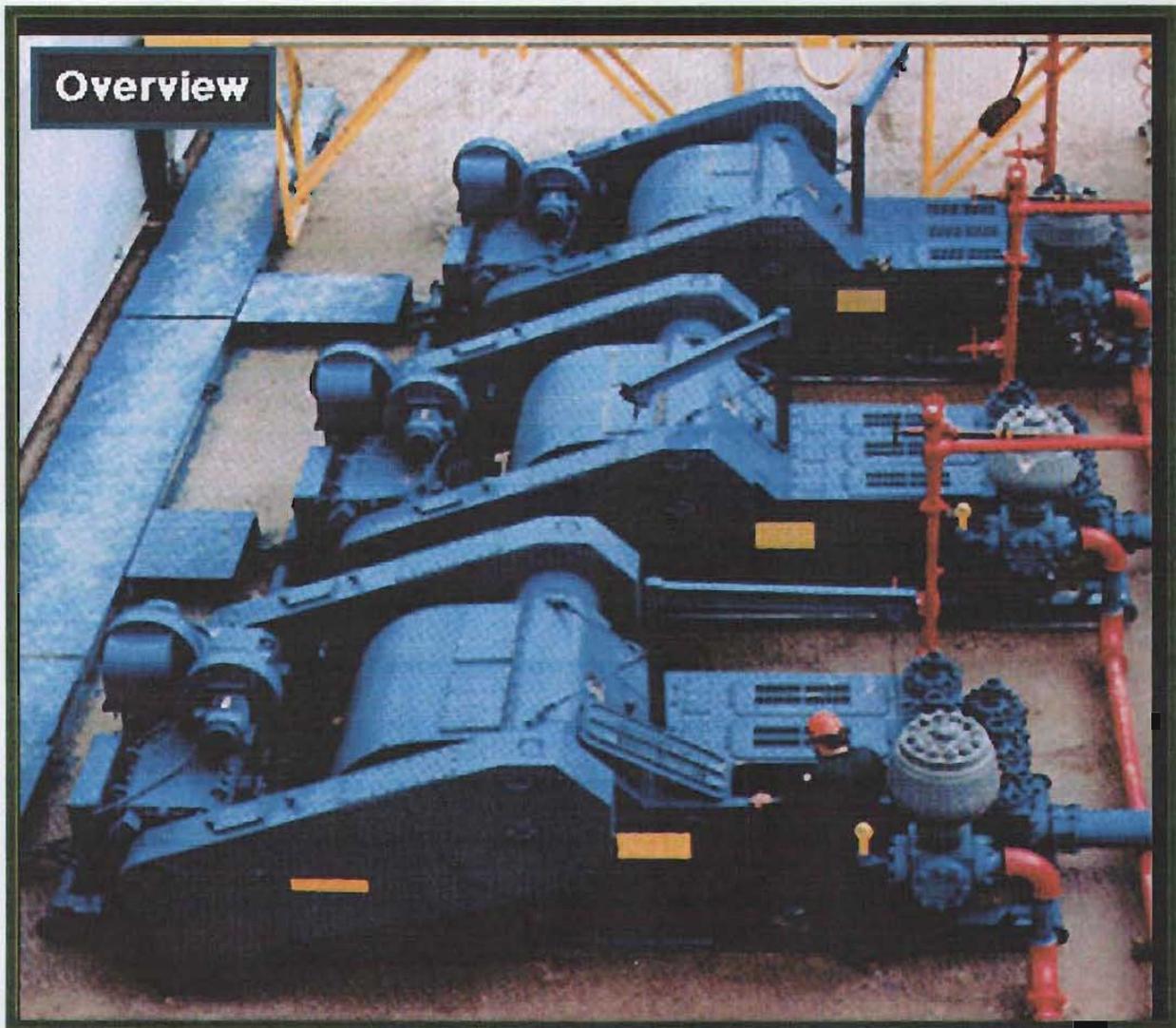


FIG. 2.1.- INSTALACION TIPICA DE LAS BOMBAS DE LODO TRIPLEX EN LOS EQUIPOS DE PERFORACION

La estructura de este tipo de bomba, para su eficiente funcionamiento se divide en cinco grupos, los cuales son:

2.1.1. Sistema de Alimentación Eléctrica: Para su potencia eléctrica se requieren dos motores de corriente directa con un voltaje nominal de 600 VCD y 1000 HP de potencia. Es importante mencionar que en caso de falla en el circuito eléctrico, de uno de los motores de corriente directa y dependiendo del arreglo del circuito eléctrico (en serie o paralelo) en el cuarto de control (PCR) la bomba funcionará.

2.1.2. Sistemas de Transmisión. También llamada Cajas de Cadenas o de Bandas, que es el primer mecanismo que recibe la potencia proporcionada por un generador de energía. Cumple dos importantes funciones:

- a) Proporciona la flexibilidad al montar la configuración de la bomba en diferentes localizaciones con respecto a la línea central del árbol de salida del generador de energía.
- b) La caja de transmisión o de cadena, convierte las altas rpm de bajo torque del generador o motor de corriente directa en energía o velocidades bajas rpm de alto torque requeridos para una entrega de potencia final de energía mecánica en energía de fluido.

Esta transmisión esta formada de dos piñones o engranes, uno superior montado en la flecha principal de la bomba, y uno inferior, accionado por el generador de energía o motor de corriente directa. Cuando el generador de energía hace rotar el engrane inferior, la cadena transmite la potencia a la flecha principal de la bomba, generándose con esto, la potencia hidráulica o energía del fluido.

2.1.3. Potencia Mecánica. Funciona de un modo bastante parecido al cigüeñal de un motor de combustión interna. El árbol de salida de la caja de transmisión es en realidad, la flecha principal de la bomba, esta flecha mueve el cigüeñal por medio de sus engranes de giro, éste movimiento principal de la flecha es transformado a un movimiento alternativo, este movimiento es transmitido a las bielas y crucetas generando con este movimiento, los pistones de la bomba. Es fácilmente comprobable, que las crucetas y bielas empujan las excéntricas mientras se realiza el bombeo bajo presión, y si esta fuerza excede un cierto límite de diseño, la potencia mecánica fallará rápidamente. Este límite se conoce comúnmente como carga máxima del vástago.

2.1.4. Extremo Hidráulico. Es la parte de la bomba que recibe el fluido a baja presión (por gravedad) de las presas, aplica la potencia a los fluidos de control y los descarga a alta presión. A medida que el pistón es empujado hacia su carrera de succión, la presión dentro de la cámara entre las válvulas de succión y descarga se reduce. Esto hace que la válvula de succión se levante y que el fluido sea empujado dentro del múltiple de succión, a través de las líneas de succión y dentro de la cámara. En este punto, la válvula de succión es abierta por el fluido penetrando rápidamente y la válvula de descarga se mantiene cerrada por su acción y por el resorte de la válvula de descarga.

El extremo hidráulico está compuesto principalmente de los siguientes componentes:

- a) Pistones
- b) Camisas
- c) Válvulas de succión y descarga
- d) Asientos para válvulas
- e) Vástagos

- f) Porta vástagos
- g) Resortes
- h) Empaques

También llamada Hidráulica de Presión de Fluidos, el cual varía la presión y el volumen del fluido de acuerdo a la medida del diámetro del pistón en pulgadas, anexo tabla de diferentes capacidades de bombas, marcas y diámetro del pistón.

**BOMBA DE LODOS MARCA IDECO MODELO T-1300
1300 HP A 120 EBM/MIN., 12" DE CARRERA**

DIAM. DE CAMISA PULG.	60		80		90		110		120		P. MAX.	
	GPM	LPM	PSI	Klg/cms ²								
7 1/2"	413	1563	551	2086	620	2347	757	2866	826	3127	2428	171
7"	360	1363	480	1817	540	2044	660	2498	720	2725	2787	196
6 1/2"	310	1173	414	1567	465	1760	569	2154	621	2351	3232	227
6"	264	999	352	1332	397	1503	485	1836	529	2002	3793	267
5 1/2"	222	840	296	1120	333	1261	407	1541	444	1681	4514	317
5"	184	697	244	924	275	1041	337	1276	367	1389	5462	384

BOMBA DE LODOS, MARCA IDECO T-1600
1600 HP, 120 EMB/MIN, 12" DE CARRERA

DIAM.DE CAMISA	60		80		90		110		120		P. MAX.	
	EMB/MIN.		EMB/MIN		EMB/MIN		EMB/MIN		EMB/MIN		PSI	Klg/cms ²
PULG.	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM		
7 1/2"	413	1563	551	2086	620	2347	757	2866	826	3127	2988	210
7"	360	1363	480	1817	540	2044	660	2498	720	2725	3430	241
6 1/2"	310	1173	414	1567	465	1760	569	2154	621	2351	3978	280
6"	264	999	352	1332	397	1503	485	1836	529	2002	4669	328
5 1/2"	222	840	296	1120	333	1261	407	1541	444	1681	5556	391
5"	184	697	244	924	275	1041	337	1276	367	1389	N.A.	N.A.

BOMBA DE LODOS, MARCA CONTINENTAL EMSCOF-1000
1000 HP, 140 EMB/MIN, 10" DE CARRERA

DIAM.DE CAMISA	60		80		110		130		140		P. MAX.	
	EMB/MIN.		EMB/MIN		EMB/MIN		EMB/MIN		EMB/MIN		PSI	Klg/cms ²
PULG.	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM		
6 3/4"	279	1055	372	1407	511	1934	604	2286	651	2464	2370	167
6 1/2"	258	977	345	1306	474	1794	560	2120	603	2282	2558	180
6"	220	833	293	1109	404	1529	477	1805	514	1945	3010	212
5"	15	579	204	772	280	1069	331	1253	357	1351	4330	304

**BOMBA DE LODOS, MARCA BAHUJI (CONTINENTAL EMSCOF-1600
1600 HP, 120 EMB/MIN, 12" DE CARRERA**

DIAM. DE CAMISA PULG.	60 EMB/MIN.		80 EMB/MIN.		90 EMB/MIN.		110 EMB/MIN.		120 EMB/MIN.		P. MAX.	
	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	PSI	Klg/cms ²
7"	359	1359	479	1813	539	2040	659	2494	719	2721	3423	240
6 1/2"	310	1172	413	1563	465	1760	568	2150	620	2347	3981	280
6"	264	999	353	1336	397	1503	485	1836	529	2002	4665	328
5 1/2"	222	840	296	1120	333	1260	407	1540	444	1681	5000	352

**BOMBA DE LODOS, MARCA IDECO T-1600
1600 HP, 120 EMB/MIN, 12" DE CARRERA**

DIAM. DE CAMISA PULG.	40 EMB/MIN.		60 EMB/MIN.		80 EMB/MIN.		90 EMB/MIN.		100 EMB/MIN.		P. MAX.	
	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM	PSI	Klg/cms ²
9"	462	1752	694	2627	925	3501	1041	3942	1215	4600	2795	197
8"	366	1385	548	2076	731	2767	823	3114	960	3634	3535	249
7 1/2"	321	1215	482	1824	643	2433	723	2736	843	3191	4025	283
7"	280	1060	420	1590	560	2120	630	2385	735	2782	4615	325
6 1/2"	241	912	362	1370	483	1828	543	2055	633	2396	5360	377

6"	206	780	308	1166	411	1556	463	1751	540	2044	6285	442
5 1/2"	173	654	259	980	346	1309	389	1471	454	1718	7475	525
5"	143	541	214	810	286	1082	321	1215	375	1419	7500	527

2.1.5.-Amortiguador de pulsaciones. Un amortiguador de pulsaciones absorbe las variaciones de presión; reduce a mínimo los daños a la línea de descarga, la bomba y las partes del extremo hidráulico. Cuando se utiliza correctamente un amortiguador de pulsación efectivamente empareja las variaciones de la presión de la carga, su presión de este esta contemplada entre un rango de 700-900 psi y el fluido contenido de esta es el gas nitrógeno.

2.2.- EQUIPO ELIMINADOR DE SÓLIDOS

Las bombas centrífugas alimentadoras o supercargadoras succionan lodo de la presa de descarga y alimentan a las bombas del equipo de perforación. Las bombas del equipo bombean el lodo a través del múltiple de descarga, tubo vertical o stand-pipe, manguera de 55´ cuello de ganso unión giratoria y flecha hexagonal(kelly), hacia abajo por el interior de la sarta de perforación. En el fondo el fluido pasa a través de las toberas de la barrena y regresa por el espacio anular hacia la superficie, para a través de la campana para caer en las cribas vibradoras o temblorinas en donde se separan los recortes de la formación perforados y el fluido cae a la presa de asentamiento para pasar posteriormente a la presa de descarga y repetir el ciclo.

El sistema circulatorio en un equipo de reparación y terminación de pozos es el mismo, con la diferencia que generalmente todo el agujero está entubado y en el extremo de la sarta no hay barrena, aunque su lugar en ocasiones lo ocupe un molino.

El fluido de perforación que regresa del pozo está cargado con recortes de perforación, arena, y otras partículas del pozo, este material sólido debe removerse de la porción fluida antes de que quede apropiada para recirculación en el pozo. Si se pudiera emplear una presa de asentamiento grande, la mayor parte de los sólidos incluyendo el material fino se separaría de la suspensión dependiendo del tipo de lodo. La manera de evitar que estos sólidos retornen al pozo es empleando un arreglo de eliminadores de sólidos con vibradores de alta capacidad para colocar las partículas mas grandes que se eliminan del fluido que se este circulando en el pozo.

La figura 2.2 muestra los principales accesorios del sistema circulatorio del fluido de control desde que sale de las bombas hasta su retorno a las presas, podemos mencionar las partes principales de este sistema :

- a) succión de la bomba
- b) Bomba de lodo
- c) Descarga de la bomba
- d) Tubería vertical o stand pipe
- e) Unión giratoria o swivell
- f) Sarta de perforación
- g) Presas de lodo

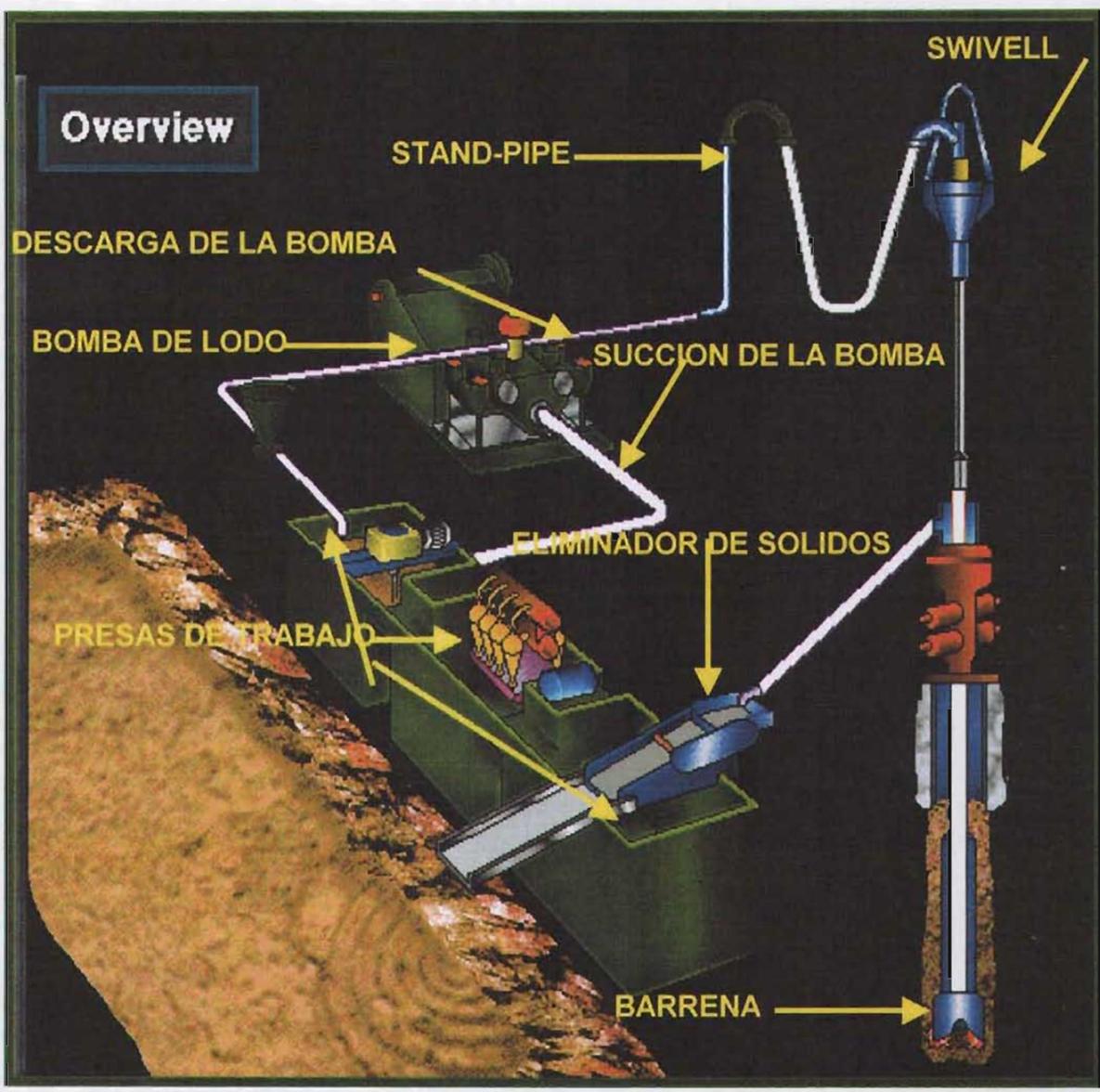


FIG. 2.2.-SISTEMA CIRCULATORIO DEL FLUIDO DE CONTROL EN POZO DE PERFORACION

2.2.1.- **TEMBLORINA O CRIBA VIBRADORA** : Es un separador de alta velocidad, el cual separa efectivamente las partículas empujando estas paulatinamente hacia la descarga aun con una ligera inclinación, la malla

superior elimina las partículas gruesas permitiendo un gran flujo de lodo través de la misma; al caer en la malla inferior, esta malla queda libre de partículas gruesas por lo tanto, aún siendo una malla más fina, no se tapa y permite el paso de un volumen de lodos. De esta manera se puede obtener una separación efectiva con mayores volúmenes que los que se logran con cribas convencionales sin requerir el empleo de agua como agente lavador de las mallas.

2.2.2.- DESARENADORES : Es otro componente del equipo eliminador de sólidos, debe de instalarse o ponerse en operación inmediatamente de que empezó la perforación del pozo, esto es porque los sólidos se acumulan en el lodo por lo general rápidamente al empezar el pozo debido a las alta relaciones de perforación y al tiempo de asentamiento inadecuado para que los sólidos se separan de la suspensión. Los sólidos en el lodo se pueden dividir en dos grupos , de alta y baja densidad, los sólidos de baja densidad no reactivos consisten de arena, pedernal, caliza, dolomita y mezcla de algunos minerales. Estos sólidos son en general indeseables y cuando son mas grandes de 15 micrones(1/1000 milímetros)estos a un régimen de velocidad ya sea constante o variable para el extremo hidráulico de las bombas de lodo, se comporta tal como si fuera un elemento abrasivo o haciendo la comparación; como un sistema de sand-blast.

Su funcionamiento consiste de la siguiente forma, toma los lodos después de la Temblorina, y debe de instalarse a una altura superior al nivel de lodos, ya sea por encima de las presas, a un lado de las mismas o entre presa y presa. La operación del desarenador es sumamente sencilla, basta con hacer pasar el lodo a través de las cajas centrifugas del mismo para obtener la separación de los sólidos regulando el estrangulamiento de los conos inferiores mediante los tapones provistos para evitar la pérdida de lodo cuando viene con pequeña cantidad de arena. En caso de tener grandes

volúmenes de sólidos, los conos inferiores podrán quedar totalmente abiertos. Para evitar que se obturen los conos, es mejor asegurarse de que el tamaño de sólidos que pasen a través del desarenador no exceda de 3/16", lo cual se logra con el buen funcionamiento de un buen arreglo de temblorinas.

Las siguientes tablas muestran los diferentes tipos de arreglos para eliminar los sólidos de acuerdo a cada etapa perforada :

ETAPAS DE 36, 26 Y 17 1/2"

EQUIPO
Vibrador doble de moción lineal de alto impacto (doble canasta), con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo cada canasta, con motores de 2.5 HP cada canasta.
Eliminador de sólidos de 16 conos de 4 pulg. Montado sobre vibrador de moción lineal de alto impacto con desarenador de 10 o 12 pulg. Integrado; el vibrador con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo. Los conos de 4 pulg. Con capacidad de procesamiento de 30 GPM cada uno, los conos del desarenador de 10 a 12 pulg. De diámetro con capacidad de procesamiento de 500 GPM por cono.
Centrífuga eliminadora de sólidos de baja gravedad específica hasta 6 micrones con capacidad de procesamiento desde 30 hasta 250 GPM y desde 1000 hasta 4000 RPM de velocidad con motor eléctrico de corriente alterna de 40 a 50 HP.
Centrífuga eliminadora de sólidos de alta gravedad específica hasta de 10 micrones, desde 1000 hasta 4000 RPM de velocidad con motor eléctrico de corriente alterna de 40 a 50 HP.
Tomillo transportador helicoidal seccionado de 18 pulg. De diámetro con motor de corriente alterna de 15 HP

EQUIPO OPCIONAL

Deshidratador de recortes centrífugo de mallas cónicas o equivalentes que cuente con capacidad de procesamiento de 35 ton/hr como mínimo.

Separador de arcillas plásticas de malla tipo banda con capacidad de procesamiento de 1100 GPM como mínimo.

Vibrador de moción lineal de alto impacto sencillo, con capacidad de procesamiento para 400 GPM.

ETAPA DE 12, 12 ¼, Y 14 ¾"

EQUIPO

Vibrador doble de moción lineal de alto impacto (doble canasta), con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo cada canasta, con motores de 2.5 HP cada canasta.

Eliminador de sólidos de 16 conos de 4 pulg. Montado sobre vibrador de moción lineal de alto impacto con desarenador de 10 o 12 pulg. Integrado; el vibrador con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo. Los conos de 4 pulg. Con capacidad de procesamiento de 30 GPM cada uno, los conos del desarenador de 10 a 12 pulg. De diámetro con capacidad de procesamiento de 500 GPM por cono.

Centrífuga eliminadora de sólidos de baja gravedad específica hasta 6 micrones con capacidad de procesamiento desde 30 hasta 250 GPM y desde 1000 hasta 4000 RPM de velocidad con motor eléctrico de corriente alterna de 40 a 50 HP.

Centrífuga eliminadora de sólidos de alta gravedad específica hasta de 10 micrones, desde 1000 hasta 4000 RPM de velocidad con motor eléctrico de corriente alterna de 40 a 50 HP.

Tornillo transportador helicoidal seccionado de 18 pulg. De diámetro con motor de corriente alterna de 15 HP

EQUIPO OPCIONAL

Deshidratador de recortes centrífugo de mallas cónicas o equivalentes que cuente con capacidad de procesamiento de 35 ton/hr como mínimo.

ETAPA DE 9 1/2" HASTA 8 3/8"

EQUIPO

Vibrador doble de moción lineal de alto impacto (doble canasta), con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo cada canasta, con motores de 2.5 HP cada canasta.

Eliminador de sólidos de 16 conos de 4 pulg. Montado sobre vibrador de moción lineal de alto impacto con desarenador de 10 o 12 pulg. Integrado; el vibrador con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo. Los conos de 4 pulg. Con capacidad de procesamiento de 30 GPM cada uno, los conos del desarenador de 10 a 12 pulg. De diámetro con capacidad de procesamiento de 500 GPM por cono.

Centrífuga eliminadora de sólidos de baja gravedad específica hasta 6 micrones con capacidad de procesamiento desde 30 hasta 250 GPM y desde 1000 hasta 4000 RPM de velocidad con motor eléctrico de corriente alterna de 40 a 50 HP.

Centrífuga eliminadora de sólidos de alta gravedad específica hasta de 10 micrones, desde 1000 hasta 4000 RPM de velocidad con motor eléctrico de corriente alterna de 40 a 50 HP.

Tornillo transportador helicoidal seccionado de 18 pulg. De diámetro con motor de corriente alterna de 15 HP

EQUIPO OPCIONAL

Deshidratador de recortes centrífugo de mallas cónicas o equivalentes que cuente con capacidad de procesamiento de 35 ton/hr como mínimo.

ETAPAS DE 6, 5 7/8" Y 4 1/2"

EQUIPO OPCIONAL

Vibrador doble de moción lineal de alto impacto (doble canasta), con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo cada canasta, con motores de 2.5 HP cada canasta.

Eliminador de sólidos de 16 conos de 4 pulg. Montado sobre vibrador de moción lineal de alto impacto con desarenador de 10 o 12 pulg. Integrado; el vibrador con capacidad de procesamiento de 400 GPM como mínimo. Los conos de 4 pulg. Con capacidad de procesamiento de 30 GPM cada uno, los conos del desarenador de 10 a 12 pulg. De diámetro con capacidad de procesamiento de 500 GPM por cono.

Tornillo transportador helicoidal seccionado de 18 pulg. De diámetro con motor de corriente alterna de 15 HP

Deshidratador de recortes centrífugo de mallas cónicas o equivalente que cuente con capacidad de procesamiento de 35 ton/hr como mínimo

Centrífuga eliminadora de sólidos de baja gravedad específica hasta 6 micrones con capacidad de procesamiento desde 30 hasta 250 GPM y desde 1000 hasta 4000 RPM de velocidad con motor eléctrico de corriente alterna de 40 a 50 HP.

Esta tabla muestra el porcentaje máximo y mínimo contenido en un lodo base agua de acuerdo a su densidad.

Densidad en gr/cc	% mínimo de sólidos	% máximo de sólidos
1.05	2	4
1.10	4	6
1.15	6	8
1.20	8	10
1.25	10	11
1.30	11	13
1.35	12	15
1.40	14	16
1.45	15	17
1.50	17	19
1.55	18	20
1.60	20	22
1.65	21	23
1.70	23	25
1.75	24	26
1.80	26	28
1.85	27	29
1.90	28	30
2.00	31	33
2.05	32	34
2.10	34	36
2.15	35	37
2.20	36	38

Esta tabla muestra el porcentaje máximo y mínimo contenido en un lodo base aceite o lodo de emulsión inversa de acuerdo a su densidad.

Densidad en gr/cc	% mínimo de sólidos	% máximo de sólidos
0.95	5	7
1.00	7	9
1.05	9	11
1.10	11	12
1.15	12	13
1.20	13	14
1.25	14	16
1.30	16	18
1.35	18	20
1.40	19	21
1.45	21	23
1.50	22	24
1.55	23	25
1.65	27	29
1.70	28	30
1.75	29	31
1.80	31	33
1.85	32	34
1.90	33	35
1.95	34	36
2.00	36	38
2.05	38	40
2.10	40	42
2.15	41	43

Cabe mencionar el porque de las tablas de los arreglos de eliminador de sólidos de acuerdo a cada etapa y el contenido de sólidos en los diferentes tipos de sólidos, pues eso es para obtener un correcto funcionamiento de las bombas de lodo, ya que un lodo con porcentaje de sólidos fuera de especificación genera fallas en los extremos hidráulicos de las bombas manejadoras de lodo.

C A P I T U L O 3

ANÁLISIS DE FALLAS DE LAS BOMBAS DE LODO Y EFECTOS EN LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN.

CAPITULO 3.- ANÁLISIS DE FALLAS DE LAS BOMBAS DE LODO Y EFECTOS EN LA OPERACIÓN DE PERFORACIÓN.

Como se menciona en el capitulo 1 todos esos antecedentes de la línea de flote, el arreglo de los equipos eliminadores de sólidos y la mala calidad de los componentes hidráulicos de las bombas, además de la poca atención de nuestro personal de operación en el equipo se genera este problema que en general nos afecto a todos los que de manera directa e indirecta tenemos contacto con los pozos de perforación.

Algunos puntos de la problemática de las fallas de las bombas a considerar son:

- a) El arreglo del equipo de control de sólidos desde el inicio de la perforación del pozo no es el adecuado ya que no se cuenta con un primer frente que reduzca la carga de sólidos gruesos a los vibradores de alto impacto ocasionando con esto que se tenga que trabajar con mallas mas abiertas y como consecuencia haciendo pasar mayor cantidad de recortes al interior de la presa de asentamiento.
- b) La remoción de aproximadamente 1700 toneladas de recortes durante la segunda etapa de perforación que es la mas critica por el abundante porcentaje de recortes disperso en el fluido de control procesados a través de un mal arreglo del equipo de control de sólidos, acompañados con la poca atención que se pone en este arreglo, hace suponer que se depositan en la presa de asentamiento y que continuamente emigran hacia la presas de succión y mezclado, pero sobre todo hacia la presa de succión, en donde están conectadas las succiones de las bombas de lodo tapando los filtros de las bombas de lodo y por consiguiente dañando las bombas.

A continuación en la Fig. 3.1, se muestra un filtro que se instala entre la presa de succión y el extremo hidráulico de la bomba, este filtro tiene la finalidad de atrapar los recortes del pozo para evitar se dañen las bombas.

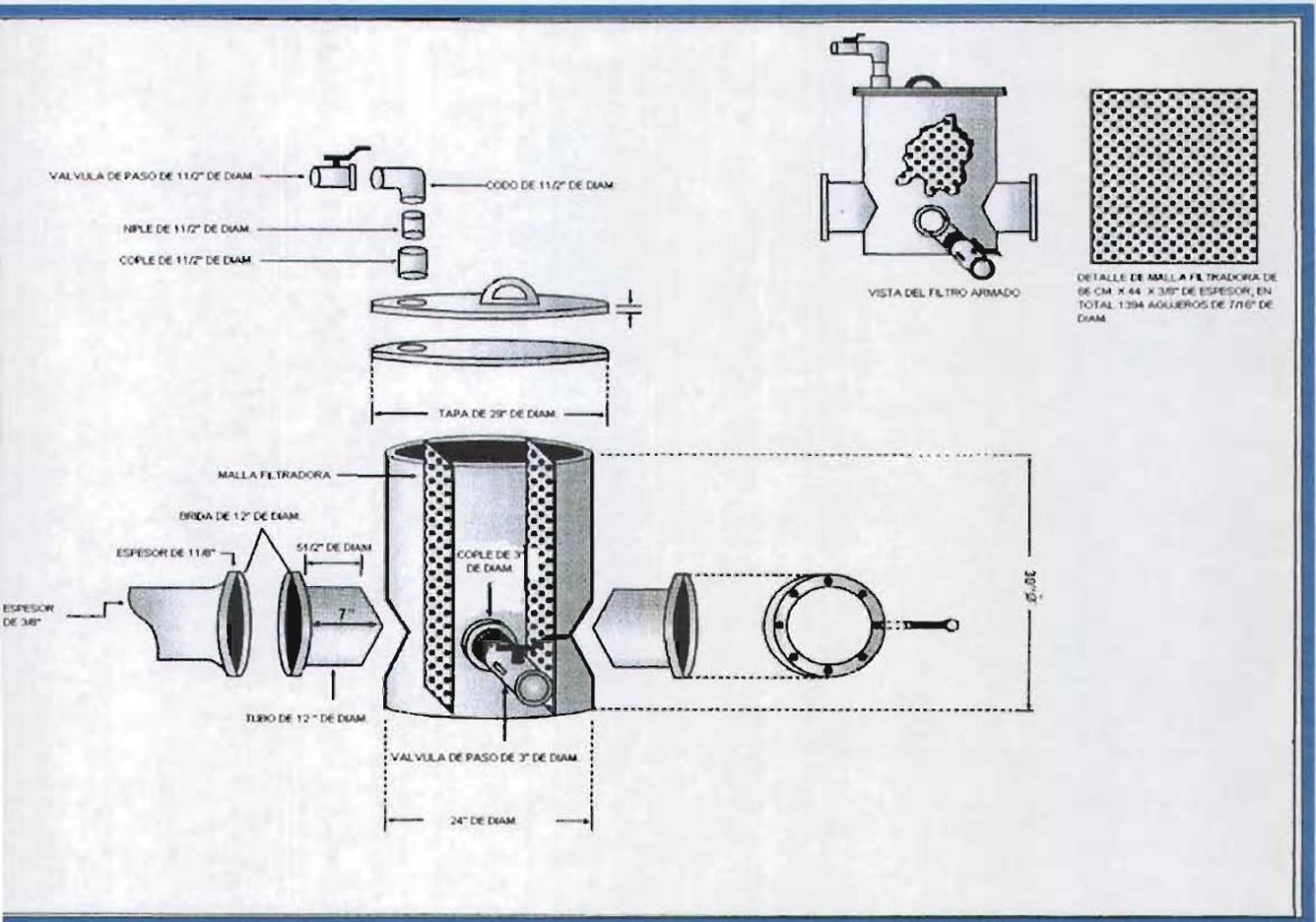


FIG. 3.1.- FILTRO DE SUCCION DE LA BOMBA DE LODO

3.1.-ANALISIS DE FALLAS DE LAS BOMBAS DE LODO DEL POZO NARANJA-1

La siguiente tabla corresponde al pozo Naranja –1, ubicada en el poblado Oxiacaque municipio de Nacajuca en el estado de Tabasco, se efectuó un análisis de las primeras tres etapas, barrena de 26” de diam., de 171/2” de diam. Y de 121/4” de diam. Con fecha del 04 de abril de 2003, al 29 de junio del mismo año.

FECHA	METROS PERFORADOS	SUSPENSIONES
04-abril-2003	Con/bna 26” perf. a 90 mts.	Lodo base agua, ok.
05-abril-2003	Con/bna 26” perf. a 106 mts.	Suspende por falla de bomba-2,
05-abril-2003	Con/bna 26” perf. a 189 mts.	Suspende por falta de limpieza del fluido de control, pasa por mallas sin control
06-abril-2003	Con/bna 26” perf. a 189 mts.	Sin avance por falla del equipo del control de sólidos
10-abril-2003	Con/bna 26” perf. a 1000 mts.	Programa normal
12-abril-2003	Repasa y estabiliza agujero a 538 mts.	Falla en bomba –1 válvulas calzadas y filtro de bomba tapado por recortes de la formación
14-abril-2003	Con/bna 26” repasa y estabiliza agujero a 1000 mts.	Programa normal

15-abril-2003	Metio T. R. 20" de diam. A 1000 mts.	Programa normal
16-abril-2003	Efectuó cementación de t. R. De 20" de diam.	Programa normal, se efectuó cambio de etapa
20-abril-2003	Desplazo lodo base agua por lodo base aceite	Densidad de 1.35grs/cc a 1.55grs/cc
22-abril-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 1064 mts.	Suspende por falla en bba-1, asiento fisurado, y válvula calzada por recortes de formación.
28-abril-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 1478 mts.	Suspende por taparse filtros de las bombas con recortes de la formación
02-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 1684 mts.	Suspende por falla del pistón de la bba-1, se cambia y se observa rayado por toda su periferia
07-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2027 mts.	Suspende por taparse los filtros de las bbas, con recortes de la formación.
09-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2126 mts.	Suspende por fallar pistones 2 y 3 de la bba-1, y se destapa filtro de la bba-2
10-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2178 mts.	Suspende por calzarse con recortes las válvulas de la bba-2, se dañan pistones(3) de las mismas.

16-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2395 mts.	Susp. por fallar ambas bbas, asientos erosionados y válvulas calzadas
19-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2528 mts.	Suspende pr fallar la bba-1, cambio camisas ralladas 2 y 3
21-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2543 mts.	Suspende por taparse ambos filtros de las bba, se limpian ok.
25-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2637 mts.	Suspende por fallar bba-2, cambian camisas y pistones en malas condiciones camisas rayadas y pistones abocardados.
26-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2669 mts.	Suspende por fallar bba-2, cambian camisas y pistones en malas condiciones camisas rayadas y pistones abocardados.
26-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2675 mts.	Suspende por fallar bba-1, se cambian pistones abocardados
26-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2696 mts.	Operación de perforación suspendida por fallar ambas bbas, por válvulas calzadas, camisas rayadas y pistones en malas condiciones

27-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2696 mts.(sin avance)	Suspensión por fallas de los empaques de camisa y empaques tapa-válvulas.
28-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2701 mts.	Suspende por falla en bba-1 empaques y camisas, bba-2, cambio de pistones.
28-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2730 mts.	Suspende por falla de bba-2
29-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2737 mts.	Falla bba-1, asientos y válvulas, bba-2 pistones y camisas rayadas
30-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2759 mts.	Fallas constantes de ambas bbas.
31-mayo-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2770 mts.	Fallas constantes de ambas bbas(pistones).
03-junio-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2770 mts.	Fallas constantes de ambas bbas(pistones).
04-junio-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2770 mts.(sin avance)	Falla en bba-1, cambio de pistones
05-junio-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2850 mts.	Operación de perforación normal
07-junio-2003	Con/bna 17 1/2" perf. a 2850 mts.(sin avance)	Falla en ambas bbas cambio de válvulas y asientos.
08-junio-2003	Con/bna 17 1/2" repasa a 2577 mts.	Suspende operación de repasar por falta de refaccionamiento para bbas.

09-junio-2003	Con/bna 17 1/2" repasa a 2766 mts.	Falla de la bba-1 n Inter. Se limpio filtro tapado con obturante.
09-junio-2003	Con/bna 17 1/2" repasa a 2850 mts.	Operación normal.
14-junio-2003	Mete T. R. 133/8" a 2837.	Operación normal., cambio de etapa
18-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 2862 mts.	Aumenta la densidad del fluido de control de 1.55 a 1.90 gr/cc
19-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 2862 mts.(sin avance)	En espera de reparación de bba-1
21-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 2866 mts.	Suspende por fallar la bba-1
21-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 2877 mts.	Suspende por fallar la bba-2, en el Inter. Se limpia filtro de la bba-1, tapado con recortes y obturante.
22-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 2877 mts.(sin avance)	Suspende por taparse filtro de la bba-2 con recortes de la formación.
23-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 3042 mts.	Suspende por fallar bba-2,
25-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 3127 mts.	Suspende por fallar bba-1, se dañan las válvulas.
25-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 3197 mts.	Suspende por fallar bba-2
26-junio-2003	Con/bna 12 1/4" perf. a 3308 mts.	Suspende por bba-1, cambio de 03 válvulas, 03 pistones y 01 asiento erosionado.

27-junio-2003	Con/bna 121/4" perf. a 3345 mts.	Suspende por bba-1, cambio de 03 camisas, 03 pistones y 03 empaques de camisa.
28-junio-2003	Con/bna 121/4" perf. a 3498 mts.	Suspende por fallar bba-2 cambio 06 asientos, 06 válvulas y se limpio filtro
29-junio-2003	Con/bna 121/4" perf. a 3504 mts.	Suspende por incrementarse el volumen de fluido en las presas(pozo arrancado)

De la tabla anterior se realiza el siguiente análisis

- En la segunda etapa con barrena de 171/2", se perforó una longitud de 1850 m. con gasto de 750 gpm y una densidad promedio del fluido de control de 1.50 gr/cc, generándose un volumen de recortes estimado en 1650 ton.
- A la profundidad de 2893 m se suspende completamente la operación de perforación por fallar la bomba de lodos num. 1, encontrando el filtro de la succión tapado con sedimentos de formación y sólidos finos de tipo coloidal, se procedió a vaciar la presa de succión tapado con sedimentos de formación y sólidos finos de tipo coloidal. Se procedió a vaciar la presa de succión y se encontró que tenía recortes de formación.
- El arreglo del equipo de control de sólidos no cuenta con un vibrador primario

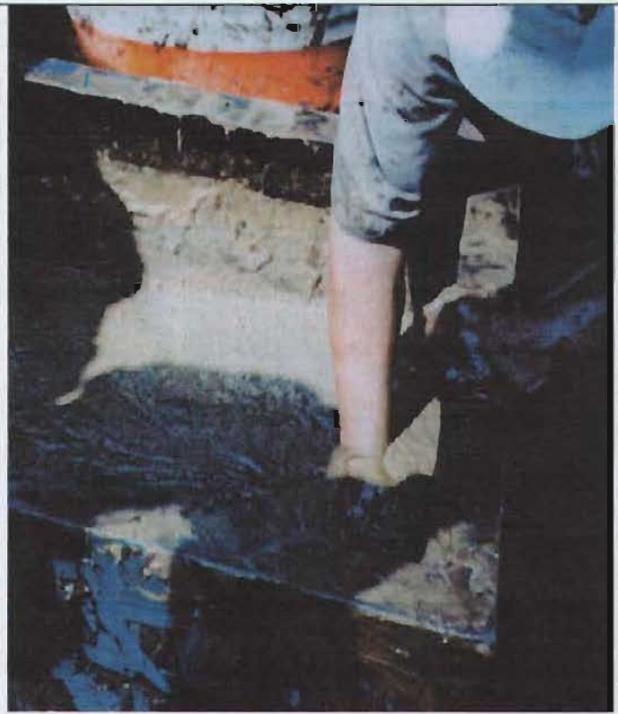
- Se detectó también que varias horas de suspensión fue por espera de la compañía prestadora de servicio de reparación de bombas de lodo , y falta de refaccionamiento del extremo hidráulico de las bombas de lodo.

3.2.-CONSECUENCIAS EN LOS COMPONENTES HIDRÁULICOS POR LODO CONTAMINADO Y OTROS MATERIALES.

Es consecuencia de la ineficiencia de captación de los sólidos al pasar por las temblorinas, lo que provoca que estos lleguen a la presa de abastecimiento, y como consecuencia al pasar por el filtro de succión lo sature, logrando que sea ineficiente el trabajo de la bomba.

En la foto se observa como la charola recuperadora de lodo esta totalmente contaminada, esto provoca que lo que reciba es lodo contaminado y no lodo, además que las líneas de lubricación son tapadas con frecuencia debido a lo espeso del lodo.

Observe que la cantidad de lodo como llega a ser tan espesa que no se pueda circular el agua.



Debido a la falta de abastecimiento, en el llenado de la bomba, ocasiona que trabaje en vacío, por lo que los componentes son dañados por trabajar sin fluido(en seco).

DAÑOS EN VÁLVULAS

Material prematuramente dañado por sólidos incrustados en hule los cuales son dañados sin cumplir su tiempo de vida útil.

Así como pasa con las válvulas y otros materiales de la parte hidráulica y mecánica, es común que se dañen por sólidos incrustados en el lodo.



Este se da cuando los pedazos de material no son retenidos por los filtros, lo que provoca que los pedazos de material se incrusten en el inserto de la válvula.

También se dañan por que los sólidos hacen que se calce provocando su fisura.



DAÑOS EN ASIENTOS

Al igual que las válvulas, los asientos son dañados, ya que son los que acoplan con las válvulas, los que hace que no se asiente bien la válvula en el asiento por interponerse sólidos, provocando que la presión fisure alguno de estos o los dos provocando falla en la bomba.



DAÑOS EN CAMISAS.

El mismo lodo que se encuentra contaminado con partículas muy pequeñas pero demasiado abrasivas logran que el casquillo de la camisa se raye, provocando la disminución de presión en la bomba y como consecuencia bajo rendimiento en el material, de tal forma que se debe de intervenir la bomba frecuentemente para hacer la revisión y si es necesario el cambio del material dañado.



En esta figura se observa mas claramente como daña al casquillo de la camisa.



DAÑOS EN VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Válvula de seguridad dañada, debido a que es activada y restablecida por el operario, lo que hace que se vuelva a disparar, pero como no les conviene hacen que no restablezca, provocando que los sólidos del lodo lleguen a incrustarse en la válvula de seguridad.



Observe como en el interior de la válvula de seguridad se encuentran pedazos de hule y material que no tiene que ver con el lodo que maneja.



Por increíble que parezca este material que se observa de este lado de la válvula de seguridad lo traspaso y con la inmensa presión que maneja la bomba hizo que llegara hasta la parte de adentro de la bomba.



VALVULAS CALZADA CON SÓLIDOS

Válvulas calzadas por sólidos hace que se fisure el asiento y la válvula, cabe mencionar que el daño puede ser mayor provocando la perdida de un modulo y generando un tiempo considerable de paro de equipo.



En la foto se muestra como se deslava la válvula con la presión al ser calzada con sólidos,



AFLOJAMIENTO DE TAPONES POR ACTIVIDAD DE TRABAJO, OCASIONANDO FISURAS. (CORTES POR PRESION)

La foto se observa como el tapón se aflojó y la cuerda es dañada, lo que hace falla en la bomba.



FALTA DE AGUA EN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE CAMISAS Y PISTONES (ROCIADOR OBSTRUIDO)

FALTA DE AGUA POR POCO ABASTECIMIENTO EN LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS.

Se observa como se encuentra totalmente saturado de sólidos en las aspas del impelente de la bomba centrífuga.



SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE CAMISAS Y PISTONES CONTAMINADAS CON LODO

En esta foto se observa la gran cantidad de lodo que se encuentra en la bomba de lubricación de camisas y pistones.



CAJA RECOLECTORA DE AGUA CONTAMINADA CON LODO.

Caja recolectora de agua, llenas de lodo contaminado, lo que provoca el taponamiento del sistema de lubricación de camisas y pistones.



PISTONES DAÑADOS POR FALTA DE LUBRICACIÓN.

Como la lubricación en los pistones no es buena tiende a calentarse el material, por lo que la falta de lubricación y los sólidos que se encuentran en el lodo hacen que los pistones se dañen y rindan menos tiempo. Los sólidos rayan las camisa y los pistones.



FILTRACIÓN DE LODO AL CUERPO MECANICO POR RETENES DE ACEITE DE PORTAVÁSTAGO DAÑADOS.

Se muestra como el aceite pasa por los retenes de porta vástago.



CRUCETAS DAÑADAS POR ACEITE CONTAMINADO.

Cruceta dañada por la falta de lubricación en las correderas.

Es importante revisar la alineación de cuerpo mecánico con el hidráulico, para que no se dañen los componentes.

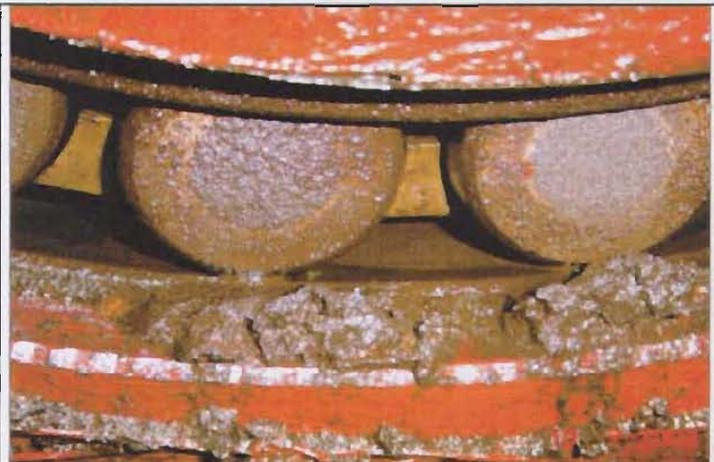


GUIAS DE CRUCETA DAÑADAS POR ACEITE CONTAMINADO (POR LODO QUE SE FILTRA POR RETENES DAÑADOS DE PORTAVÁSTAGO DAÑADOS)..

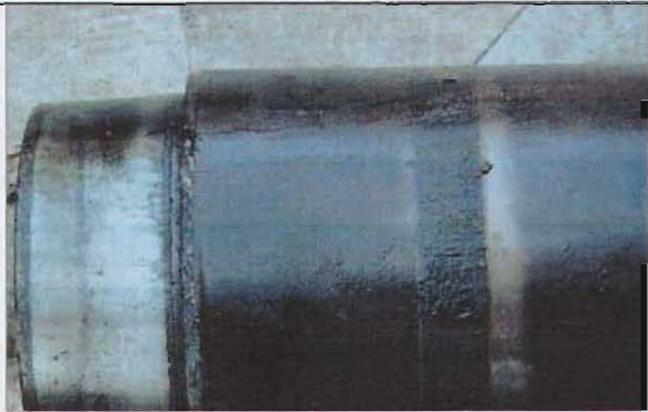
Guías de crucetas dañadas por falta de lubricación. Cuando es dañada la Guía de cruceta, por consiguiente se daña cruceta.



Baleros dañados por la contaminación en el lodo.

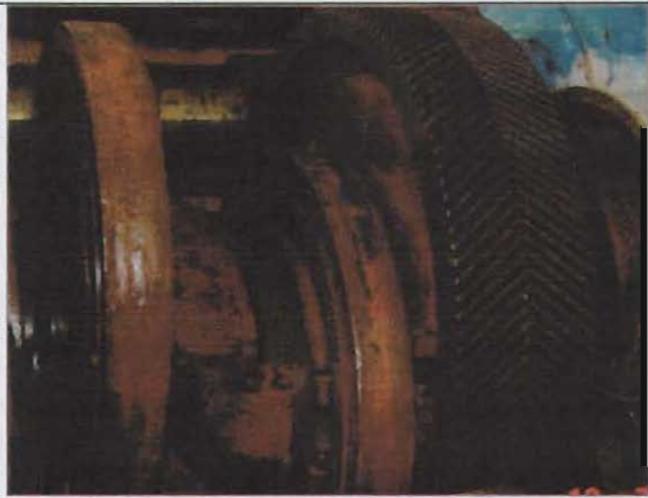


BALEROS DAÑADOS POR ACEITE CONTAMINADO (POR LODO QUE SE FILTRA POR RETENES DAÑADOS DE PORTAVÁSTAGO DAÑADOS). Perno de cruceta dañado y que quebrado a consecuencia de la falta de lubricación en la bomba.



ENGRANES DE FLECHA PIÑÓN Y CORONA DEL CIGÜEÑAL DAÑADOS POR SÓLIDOS EN EL ACEITE.

Parte mecánica que esta dañada por la falta de aceite. Negligencia del operario en el descuido de revisar la bomba lo que provoca que se generen fricciones y por consiguiente sólidos que provocan el que la bomba se desbiele.



Corona dañada por sólidos generados por la fricción a consecuencia de la falta de aceite en la bomba



Amortiguador de pulsaciones.

- Fuga de nitrógeno
- Baja carga de presión de nitrógeno.
- Exceso de carga de nitrógeno.
- Daño a empaque de cruceta de descarga.

Trasmisión de potencia.

- Falta de tensión a la cadena
- Exceso de tensión en la cadena.
- Falta de lubricación en la cadena.
- Sproket con desgaste excesivo.

Fallas en los servicios.

- Material inadecuado.
- Retrasos inesperados (clima, sindicatos, acceso, afectación ...).
- Errores al instalar materiales.

Falla en las líneas de succión y descarga.

- Saturación de filtro por sólidos y basura.

- Línea de succión satura con sólido.
- Insuficiencia en el bombeo de fluido.

C A P I T U L O 4

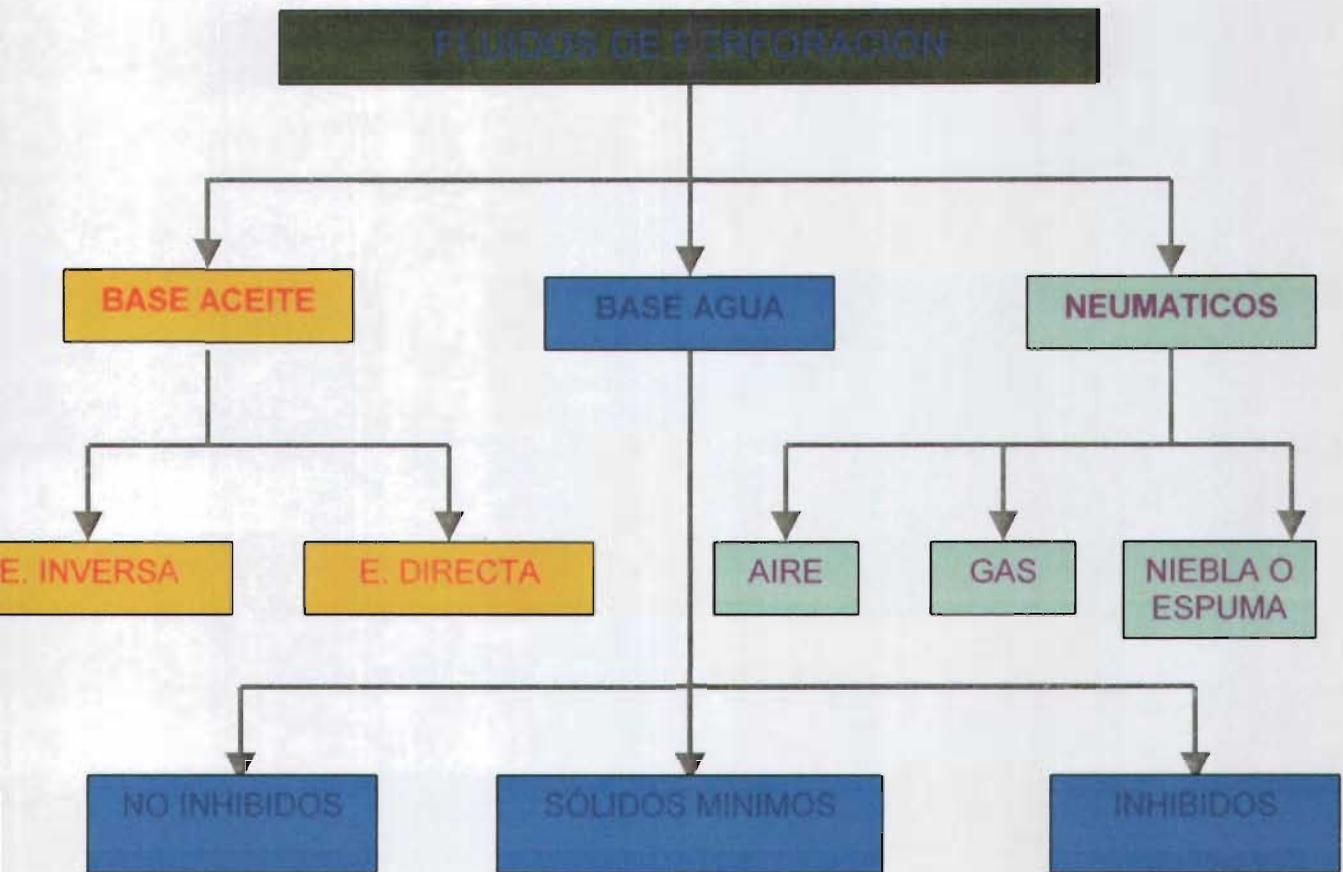
TIPOS DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MISMOS.

CAPITULO 4.- TIPOS DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MISMOS.

DEFINICIÓN : Un fluido de control es una suspensión de sólidos, líquidos o gases en un líquido que se emplea en los pozos de perforación, reparación y / o terminación para cumplir las siguientes funciones principales :

- a) Auxiliar a controlar un pozo en caso de que en este se manifestara un brote
- b) Lubricar la sarta de perforación
- c) Enfriar y lubricar la barrena
- d) Acarrear los recortes generados por el corte de la barrena
- e) genera un enjarre o revoque que sostiene las paredes del pozo para evitar derrumbes de la formación y por ende cerramientos del agujero perforado
- f) Auxilia a la toma de información a través de registros eléctricos.

Los fluidos de perforación se clasifican de la siguiente manera, como se muestra en el diagrama :



4.1.- FLUIDOS BASE AGUA : Los sistemas de fluidos base agua se clasifican por la resistencia a los tipos de contaminantes de la formación y a sus temperaturas, los cuales se van transformando en su formulación debido a la incorporación de flujos como gases, sal, arcillas, yeso, líquidos y sólidos propios de la formación o de aditivos químicos excedidos y degradados.

4.1.1.- Espumas : Las espumas son una combinación de agua, un agente espumante y un gas sometidos a presión, estas permiten grandes velocidades anulares y no dañan las formaciones productoras. Sus aplican en desarenamiento de pozos, desplazamientos de fluidos, limpieza de pozos y operación de disparos con tuberías represionadas. Unas limitantes son que

solo se emplean como fluidos de limpieza, no son capaces de controlar la presión de formación y no son recuperables

4.1.2.- Salmueras : Son soluciones de sales en agua. Estos fluidos no causan daño a las formaciones productoras, se usa en operaciones de terminación y reparación de pozos para el control y limpieza de los mismos. Tienen la limitante de no tener poder de arrastre por no contener sólidos en suspensión, son corrosivos e irritantes, al rebasar el límite de saturación se precipita la sal.

4.1.3.- Fluido bentonítico : Es una mezcla de arcilla en agua dulce. Este tipo de fluido tiene poder de arrastre de recortes y tiene poder de suspensión de las partículas, es de fácil preparación y de bajo costo normalmente se utiliza al inicio de la perforación debido a su poder de arrastre de las partículas(recortes).

4.1.4. Fluido bentonítico polimérico : Es una mezcla que combina la adición de bentonita-polímero en agua dulce en proporciones específicas que compensan los efectos adversos que sobre ellos tiene la temperatura de los pozos, es un fluido base a agua tratado con sosa, consta de 3 fases : fase líquida, fase coloidal arcilla-polímero y fase inerte-sólidos en suspensión, se utiliza normalmente como fluido de control y limpieza en pozos profundos con temperatura de fondo superiores a los 160° c. Se emplea en formaciones de bajo contenido de arcilla.

4.1.5.- Fluido disperso.no inhibido : Es el fluido de perforación mas versátil y mas utilizado en la industrial. La viscosidad del sistema es controlada con facilidad mediante el uso de dispersantes. Se trata de un sistema con buena tolerancia a los contaminantes mas comunes y a grandes

contenidos de sólidos. Además, si se le agregan surfactantes y mayor dosis de lignitos resulta excelente para perforar pozos de altas temperatura.

4.2.- FLUIDOS BASE ACEITE : El fluido base aceite o emulsión inversa se define como un sistema en que su fase continua es aceite y la fase dispersa o discontinua es el agua, cada gota de agua actúa como una partícula de sólidos, por su rango de densidad se utilizan en pozos depresionados, así como en aquellos que manejan altas temperaturas. La adición de emulsificadores hace que el agua se emulsifique en el aceite y forme un sistema estable. Los emulsificantes que se utilizan en el sistema deben ser solubles tanto en agua como en aceite. Las emulsiones inversas se formulan utilizando una amplia variedad de aceites minerales. Se utilizan para perforar lutitas problemáticas por su alto grado de hidratación, zonas de arenas productoras con altas temperaturas en medios corrosivos.

4.2.1.- Fluidos de emulsión directa . En zonas depresionadas, las necesidades actuales para lograr los objetivos de perforación requieren de fluidos de baja densidad. Estos deben superar las desventajas a las que están sometidos como son la baja estabilidad a la temperatura, sensibilidad a la sosa cáustica, bajo poder de inhibición en arcillas hidratables que se encuentran intercaladas en las rocas carbonatadas del cretácico y el jurásico, gases amargos que alteran su composición química y la sensibilidad que tienen a cualquier contacto con fluidos de emulsión inversa. Esto nos ha llevado a la conclusión que este tipo de fluido solo sea aplicable en donde lo permitan los gradientes de fractura o en combinación con nitrógeno, por medio de la tecnología de punta de perforación bajo balance.

Los fluidos de baja densidad son emulsiones directas que se preparan a razón de hasta un 80 % de diesel de acuerdo a la densidad requerida, un 18 % de agua y un 2% de emulsificantes. Estas emulsiones directas

proporcionan estabilidad del agujero ya sea en una perforación o reparación de pozos.

A CONTINUACIÓN SE MUESTRA UNA TABLA DE LODOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS Y EL FLUIDO A UTILIZAR EN ESTAS DE ACUERDO A LAS PROFUNDIDADES Y DIFERENTES FORMACIONES

ETAPA T. R PULG.	PROF. MTS	BNA. PULG.	DENSIDAD (GR/CC)	TIPO DE FLUIDO	TEMP °F	CONTAM.
30	50-150	36	1.00-1.006	A. DULCE	AMB.	NING.
20- 17 1/2	50-1000 150-1200	26	1.06-1-25	BENTONITICO	50	ARCILLAS GENERA- DORAS DE LODO
14 3/4 13 3/8	1000-3000 1200-3400	17 1/2 16	1.25-1.75	POLIMERICO DISPERSO	175	ARCILLA CO2
9 5/8 7	3000-4200 3400-4800	12 1/4 8 1/2	1.60-2-15	EMULSION INVERSA	225	CO2, DO- MO SAL.
5-3 1/2 T LESS	4200-5800 4000-6400	6 1/2, 5 7/8 5 5/8	0.90-1.30	EMULSION DIRECTA	350	GASES CO2,, OIL

CAPITULO 5

**SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR
TIEMPOS EN LA PERFORACIÓN DE POZOS POR
FALTA DE BOMBEO DE FLUIDO DE CONTROL**

CAPITULO 5: SOLUCIONES Y RECOMENDACIONES PARA REDUCIR TIEMPOS EN LA PERFORACIÓN DE POZOS POR FALTA DE BOMBEO DE FLUIDO DE CONTROL

5.1.-IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS.

-Considerando que uno de los factores mas importantes para cumplir exitosamente la perforación de pozos es la disponibilidad continua y confiabilidad de las unidades de las unidades de potencia que integran el equipo y que esta disponibilidad y confiabilidad depende de gran parte de las actividades de conservación y mantenimiento a que son sometidas lo que significa que se debe de contar con un programa de mantenimiento y que este se cumpla con oportunidad para que de esta manera se eviten contingencias que atrasen las operaciones de perforación del pozo.

ESTADISTICAS DE SUSPENSIONES EN EQUIPOS

CONCEPTO / BASE OP.	2002					2003				
	REF.	COMAL CALCO	DELTA DEL T	CD PMEX	TOTAL 2002	REF.	COMAL CALCO	DELTA DEL T	CD PMEX	TOTAL 2003
MALACATE	92	467	321	122	1002	43	119	88	111	361
MOTOR C.I.	36	147	102.5	124	409.5	12.5	60	50	47	169.5
FRENO AUXILIAR	10.5	80	6	8	104.5	17	2	8	0	27
ROTARIAS	4	108	67	92	271	32	72	11	7	122
ALTERNADORES	12	2	2	15	31	5	15	0	22	42
MOTORES DE C.A.	4.5	23	2	0	29.5	0	34	0	0	34
RED ELECTRICA	15.5	4	12	5	36.5	0	0	1	0	1
FRENO ELECTROMAG	0	18	0	0	18	0	22	0	0	22
BOMBAS	55	1064	279	37	1435	27.5	244	37	148	456.5
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CORONA	0	7	0	0	7	0	0	0	0	0
POLEA	4.5	37	0	0	41.5	0	5	0	0	5
UNION GIRATORIA	39	968	25	19	1051	44	203	0	6	253
STAND PIPE	32	153	0	0	185	9	20	99	0	128
TOTAL/EQUIPO	396	3620	930.5	622.5	5569	244.5	943	312	418	1917.5
HRS. TRABAJADAS/EQ.	27552	92302	59133.5	40118	219106	11376	44160	27864	45710	129110
INDICE / EQUIPO	1.44%	3.92%	0.80%	1.55%	2.57%	5.2%	2.14%	0.82%	0.914%	3.03%

5.2.- PROBLEMAS DE LAS BOMBAS Y RECOMENDACIONES PARA MINIMIZAR LOS PROBLEMAS DE TIEMPOS DE ESPERA.

En lo que respecta a las bombas de lodo se determinó que algunas de las principales razones que contribuyen a un funcionamiento deficiente son las siguientes:

5.2.1.- Control en la calidad de la limpieza de los fluidos de control durante la etapa de perforación.

Para lograrlo se debe de proponer un mejor arreglo del equipo eliminador de sólidos e involucrar directamente a los supervisores de los contratos de fluidos para que estos de manera directa supervisen el arreglo de control de sólidos a entera satisfacción de PEP y de esta manera tratar de obtener un fluido de control con el menor porcentaje de sólidos en los mismos .

5.2.2.- Uso inadecuado por parte del personal operativo.

Para ello se debe de concientizar al técnico del equipo y proporcionarle unas tablas de las presiones, gasto potencia de la bomba, etc. Y a la vez que este lo divulgue con los perforadores en turno, ya que en la actualidad contamos con personal de poca experiencia como perforadores y estos a la vez no cuentan con la experiencia necesaria para el uso correcto del equipo en forma general .

5.2.3.- Selección inadecuada de bombas para el programa del pozo.

El departamento de servicio a auxiliares a la perforación debe de prestar todo el apoyo y asesoría al personal del departamento de ingeniería de diseño para que en conjunto ambos departamentos hagan reingeniería para una correcta selección de bombas, considerando presiones, gasto, velocidad de penetración capacidad de acarreo de los recortes etc.

5.2.4.- Falta de libranza de las bombas para su mantenimiento preventivo

Normalmente cuando se requiere revisar las bombas de lodo, se presenta la compañía en el pozo y el personal operativo se niega a suspender las operaciones puesto que ellos tienen un programa que cumplir; más sin embargo para poder cumplir con el programa es de vital importancia que todo el equipo este en optimas condiciones de operación y eso se logra con la cooperación de ambos departamentos.

5.2.5.- Mantenimiento preventivo a las bombas de lodo antes de iniciar el pozo.

Para lograr este punto es de suma importancia que la administración proporcione una partida presupuestal para ser revisadas y/o reparadas en forma general en lo talleres regionales de PEP, o en los talleres de las compañías con una correcta supervisión por parte del departamento de servicios auxiliares y no permitir que se reparen con material de pésima calidad y evitar problemas posteriores cuando estas ya estén debidamente instaladas y en operación.

5.2.6.-Práctica inadecuada para el cambio de los componentes hidráulicos.

Normalmente cuando fallan las bombas por algún componente de su extremo hidráulico, tiende a cambiarse ese componente dañado, cuando la regla de la mecánica dice que se debe de cambiar todo el conjunto completo para tener una mejor eficiencia, es decir si es dañado un pistón lo mas recomendable y lo ideal es cambiar el pistón y su respectiva camisa puesto que esta también debe de presentar algún daño.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

5.2.7.- Limpieza y lubricación al sistema de enfriamiento.

En dos componentes que tienen movimientos ascendentes y descendentes, en la separación entre estos debe haber una película de algún fluido lubricante, debe de existir un correcto y eficiente sistema de lubricación y enfriamiento y en nuestro caso de bombas, en lo personal he tenido la fortuna de observar como nuestras bombas el personal de operación las deja sin sistema de enfriamiento y por consiguiente, la falla de la misma se presenta instantes después. La siguiente imagen es un ejemplo claro de falta de enfriamiento.

Como la lubricación en los pistones no es buena tiende a calentarse el material, por lo que la falta de lubricación y los sólidos que se encuentran en el lodo hacen que los pistones se dañen y rindan menos tiempo. Los sólidos rayan las camisa y los pistones.



5.2.8.- Mala calidad del material proporcionado por las compañías prestadoras de servicio.

Otra razón muy poderosa que nos afecta en gran porcentaje es la calidad de los componentes hidráulicos de las bombas de lodo proporcionado por la compañía que tenga asignado el contrato en su momento, y es responsabilidad del departamento de servicios auxiliares en coordinación con el personal de operación en el campo, vigilar que el material a instalar sea nuevo, de que no halla sido utilizado en otro lugar,

5.2.9.-Limpieza de los filtros de las succiones.

Es frecuente que los filtros de las succiones de las bombas se tapen rápidamente con recortes, arcillas, finos o materiales extraños(hules, madera) por eso es conveniente que durante los viajes de cambio de barrena, viajes cortos, toma de registros o cambio de etapas la cuadrilla de operación o personal extra se personalice en la limpieza de los mismos con el objetivo de evitar que material extraño pase al sistema hidráulico y por consiguiente se suspenda la operación de perforación.

5.2.10.-mala eficiencia volumétrica de las bombas.

Esto se deriva de la acumulación de sólidos en el fluido, altas presiones de descarga altas velocidades en los pistones y desgaste en válvulas asientos. Y para lograr que nuestras bombas trabajen a una alta eficiencia todos los involucrados en estos parámetro debemos de poner atención.

5.3.-NUEVAS BOMBAS MANEJADORAS DE LODO.

En un futuro no muy lejano, tal vez las bombas de lodo triplex sean sustituidas por la nueva generación de bombas séxtuples o bombas verticales hexagonales, este tipo de bomba actualmente ya están operando en los U. S. A., en el estado de Texas y otros países petroleros del medio oriente y es lanzada al mercado por la fábrica **NATIONAL-OILWELL**, la figura 5.1 muestra este tipo de bomba.



FIG. 5.1 BOMBA VERTICAL HEXAGONAL

En relación con las bombas actuales esta bomba tiene las siguientes características:

5.3.1.- Peso.- Es 35% menos pequeña que una bomba marca IDECO T-1600, es decir una bomba IDECO T-1600, pesa en promedio con sus 02 motores de C. D. 40 toneladas.,y la bomba NATIONAL-OILWELL HEX240 en promedio tendría un peso de entre 20 y 30 toneladas.

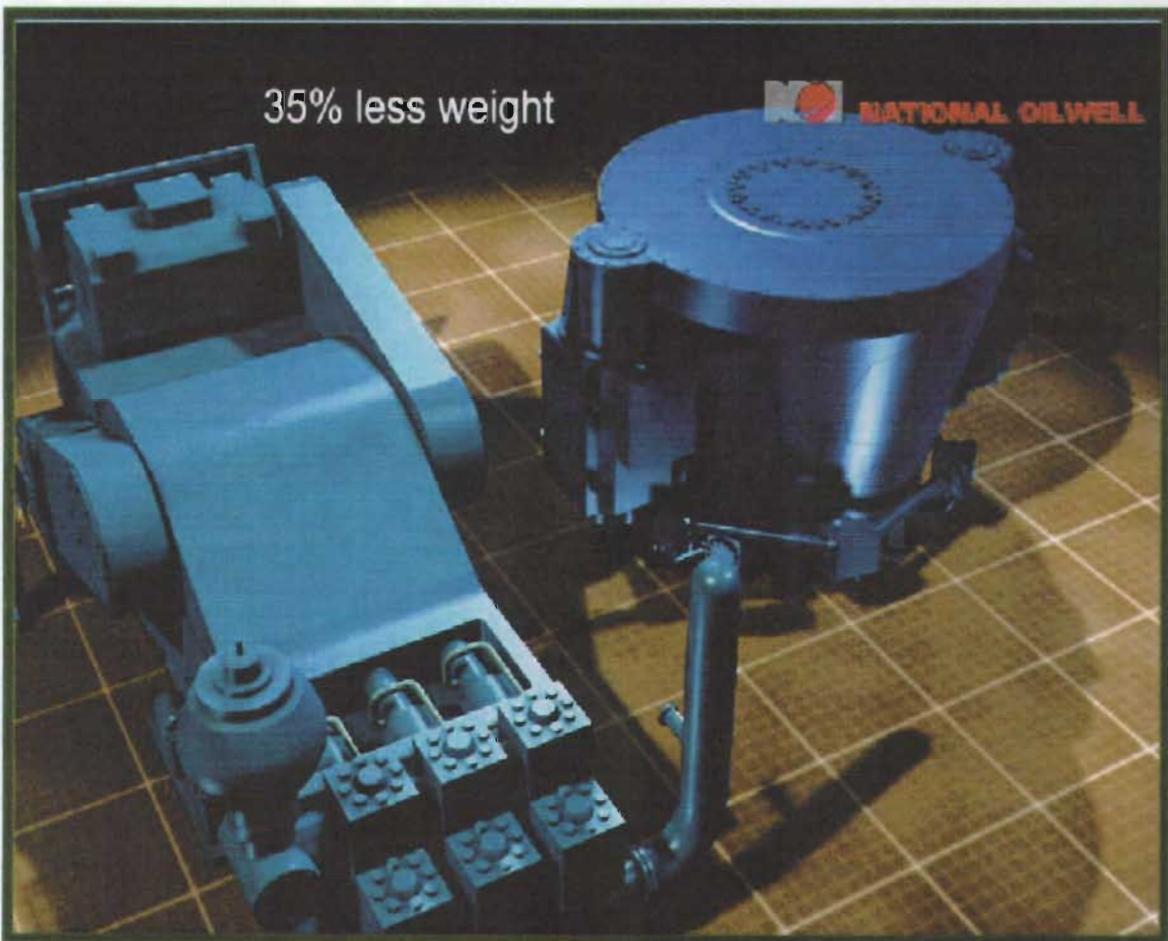


FIG. 5.2 35% MENOS PESADA

5.3.2.- Tamaño. Es 45 % menos pequeña que una bomba de lodo IDECO T-1600, más compacta, de forma circular y más fácil de lograr su instalación, por su flexibilidad.

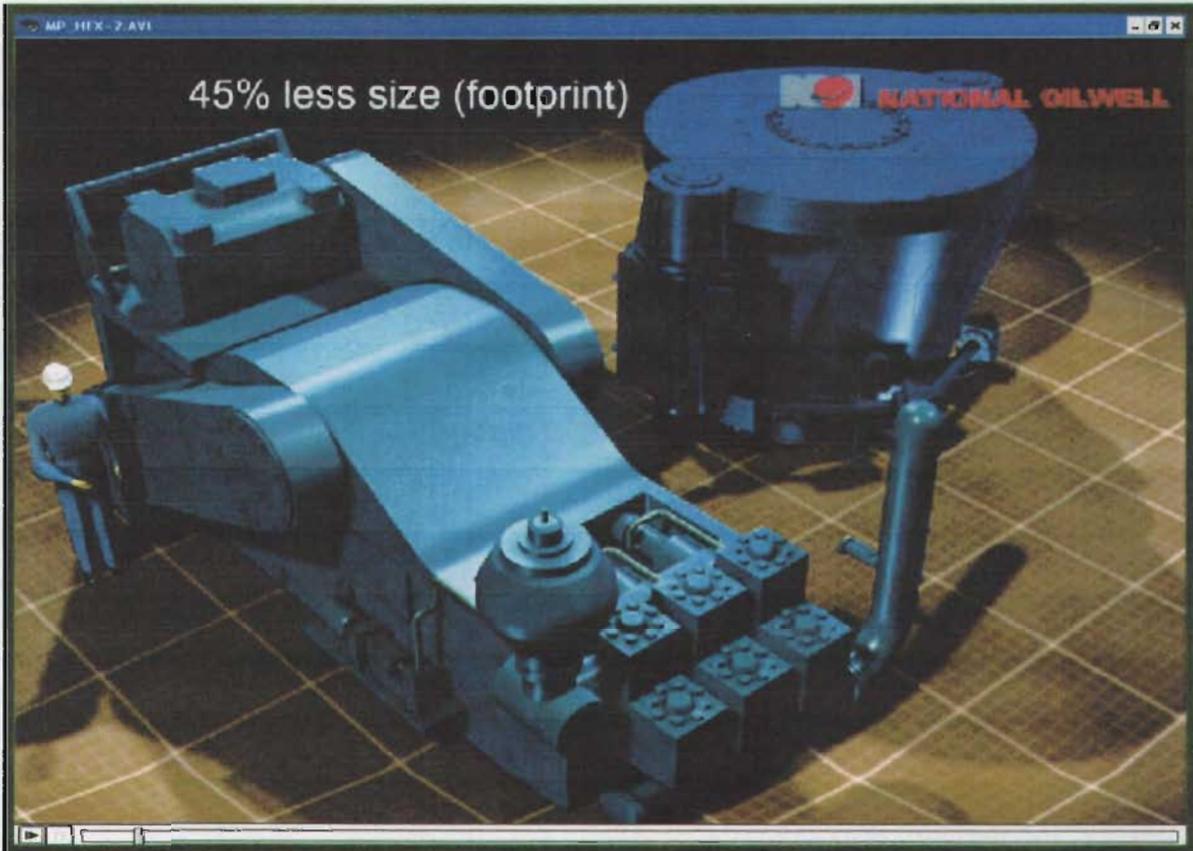


FIG. 5.3 45% MENOS PEQUEÑA

5.3.3.-Pistones.- Son llamadas séxtuples o hexagonales debido a que en su extremo hidráulico en lugar de 03 pistones consta de 06 y una gran ventaja que presenta es que con hidráulica de 4.5 pulgadas de diámetro. Satisface todas las necesidades durante la perforación o sea que no requiere cambiar de diámetro el extremo hidráulico, cuando se dañe un pistón o camisa. Este es cambiado por completo como un conjunto de potencia hidráulica, haciendo este cambio de manera mas rápido y con menos probabilidad de falla.



FIG. 5.4.- VISTA DEL EXTREMO HIDRAULICO

Esta figura muestra un corte transversal de este tipo de bomba, se muestra en forma vertical los pistones de la misma.

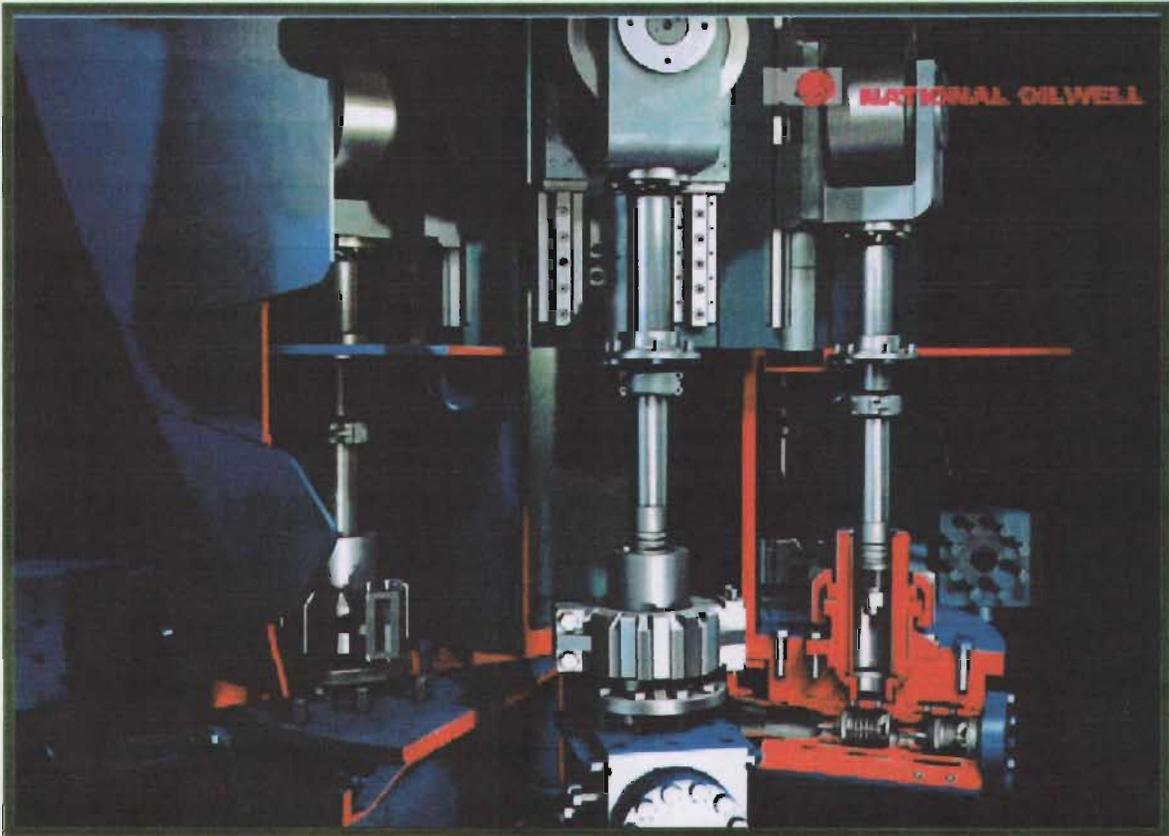
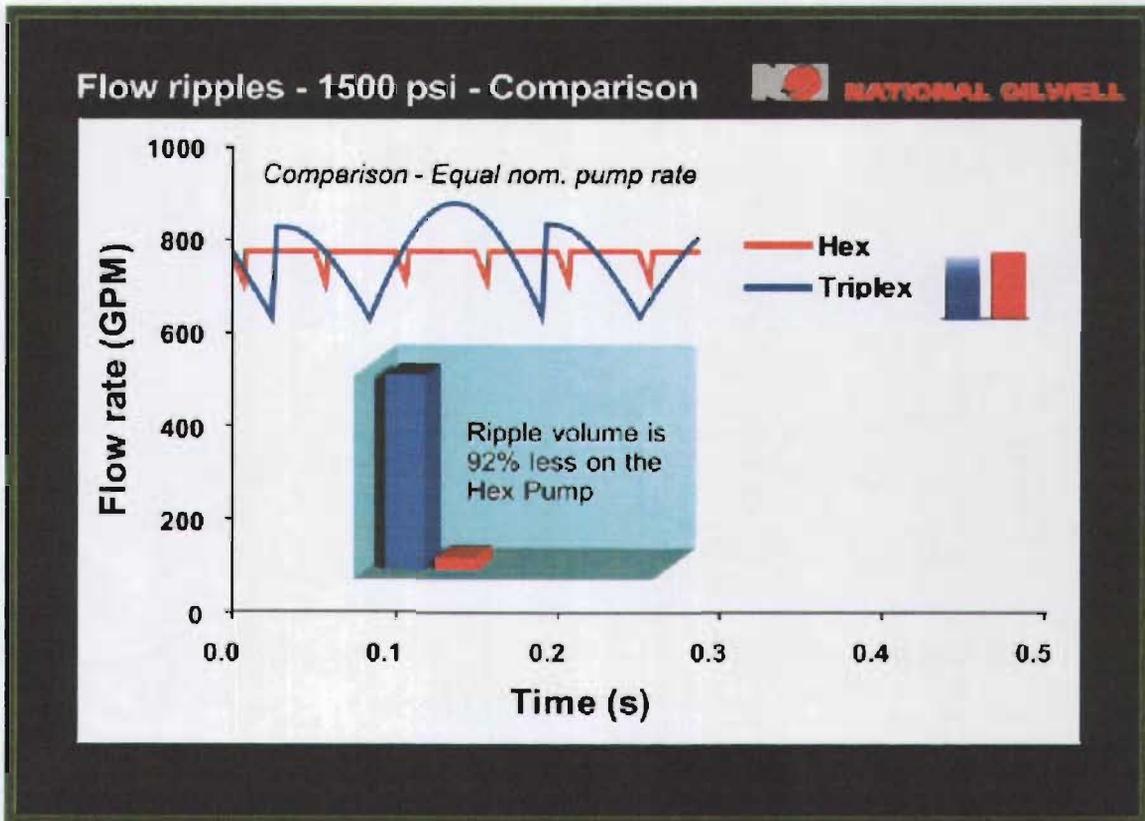


FIG. 5.5.-CORTE TRANSVERSAL DE LA BOMBA SEXTUPLE

5.3.4.- Ventajas. Otra de las ventajas que tiene este tipo de bomba es que su alimentación eléctrica es de corriente alterna además de que no requiere un amortiguador de pulsaciones y sus características técnicas son las siguientes:

- a) Funciona con 02 motores de CA. de 1200 HP. cada uno
- b) La potencia de esta es de 2,400 HP.
- c) La máximas emboladas son 212 EPM.
- d) Puede bombear 1083 GPM.
- e) La presión máxima de trabajo es de 7500 PSI.
- f) Solo maneja un diámetro de hidráulica que es de 4.5 pulgadas.
- g) Disminuyen las pulsaciones de los fluidos hasta un 90 %menos que las bombas triplex.



BIBLIOGRAFÍA:

1. Avallone, Eugene A., Theodore Baumeister III. " Manual del Ingeniero Mecánico". (1997).
2. Bourgoyne, Adam T. Jr.. "Applied Drilling Engineering". (1991).
3. Emilio de la Torre Ramos "Hidráulica de fluidos de Perforación y Terminación de Pozos"
- 4.- IMP "Lecciones de perforación rotaria, tomo 4"
- 5.- National-Oilwell " The next generation in mud pump technology"

REFERENCIAS:

- 1.- SIOP histórico de Perforación del Pozo Naranja -1